


**POWER UNIT**

**Patent number:** JP2002330545  
**Publication date:** 2002-11-15  
**Inventor:** UEJIMA AKIYOSHI; DAIDOJI SHIGETOSHI  
**Applicant:** NISSAN MOTOR CO LTD  
**Classification:**  
- International: H02J7/00; B60L7/10; B60L11/18; H02M7/72  
- european:  
**Application number:** JP20010132552 20010427  
**Priority number(s):**

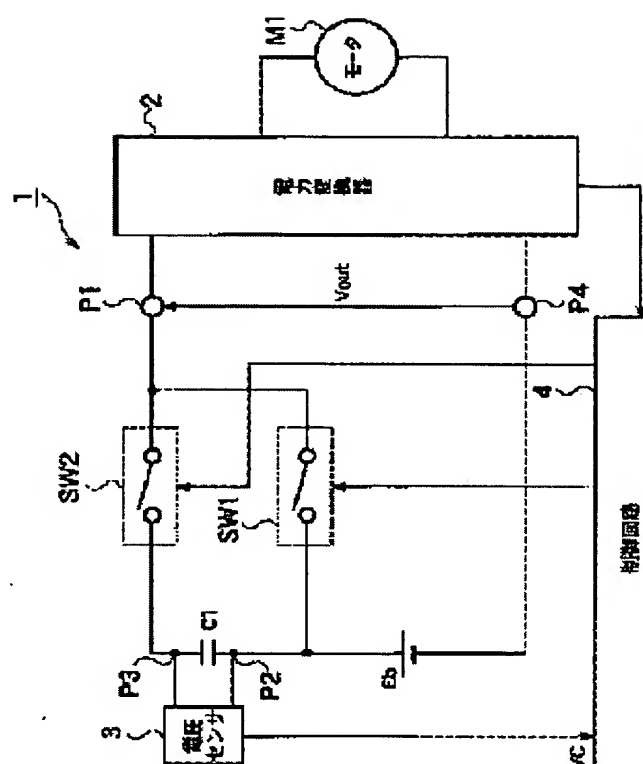
Also published as:

 JP2002330545 ( )

**Abstract of JP2002330545**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a power unit capable of efficiently recovering energy in motor regeneration and leveling a load of a battery.

**SOLUTION:** The power unit comprises a power converter circuit 2 that feeds power charged in the battery Eb or a capacitor C1 to a motor M1 when powering, and charges power generated by the rotation of the motor M1 to the battery Eb or the capacitor C1 when regenerating. When a charging voltage of the capacitor C1 is smaller than  $V_{cmin}$  when powering, and when the charging voltage of the capacitor C1 is larger than  $V_{cmax}$  when regenerating, only the battery Eb is connected to the power converter 2, and in cases other than these conditions, the battery Eb and the capacitor C1 are connected to the power converter 2. Thereby, the load of the battery can be leveled, thus enabling to effectively recover the power in regeneration.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



(2)

特開2002-330545

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力を充放電可能な電池と、  
電力を充放電可能なコンデンサと、  
前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、  
少なくとも前記電池の電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、

前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、

前記モータを力行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、

前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続又は非接続とするスイッチ手段と、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値以下の場合に、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続すると共に、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値よりも大きい場合には、前記電池のみが前記電力変換手段と接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、

を備えたことを特徴とする電源装置。

【請求項2】 請求項1記載の電源装置において、

前記スイッチ手段は、

前記電池のみを前記電力変換手段と接続する第1のスイッチと、

前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して前記電池及び前記コンデンサとを前記電力変換手段と接続する第2のスイッチと、を備え、

前記スイッチ制御手段は、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値以下の場合には、第2のスイッチを動作させて、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続し、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値よりも大きい場合には、第1のスイッチを動作させて、前記電池のみが前記電力変換手段と接続されることを特徴とする電源装置。

【請求項3】 電力を充放電可能な電池と、

電力を充放電可能なコンデンサと、

前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、

少なくとも前記電池の電力または前記コンデンサの電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、

前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、前記モータを力

10

20

30

40

50

行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続又は非接続とするスイッチ手段と、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧がコンデンサが満充電時の電圧である第1の所定値以上の場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が前記第1の所定値よりも小さく、且つ前記コンデンサの電圧が前記電力変換手段の最低作動電圧である第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、

を備えたことを特徴とする電源装置。

【請求項4】 請求項3記載の電源装置において、

前記スイッチ手段は、

更に、前記モータが力行運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出されたコンデンサ電圧がコンデンサの最低充電電圧である第3の所定値以下である場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、

前記モータが力行運転され、且つ前記コンデンサ電圧が前記第3の所定値よりも大きく、且つ前記第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して、前記電力変換手段に接続し、

前記モータが力行運転され、且つ前記コンデンサ電圧が前記第3の所定値よりも大きく、且つ前記第2の所定値よりも大きい場合には、前記コンデンサのみを前記電力変換手段に接続することを特徴とする電源装置。

【請求項5】 請求項3～4記載の電源装置において、

前記第2の所定値は、前記モータの運転状態に基づいて、変更されることを特徴とする電源装置。

【請求項6】 請求項5記載の電源装置において、

前記モータの運転状態は、前記モータの回転数に基づくことを特徴とする電源装置。

【請求項7】 電力を充放電可能な電池と、

電力を充放電可能なコンデンサと、

前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、

少なくとも前記電池の電力または前記コンデンサの電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、

前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、

前記モータを力行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、

前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続または非接続とするスイ

(3)

特開2002-330545

3

4

チ手段と、

前記モータの起動開始時に、前記コンデンサの電圧が前記電池の電圧よりも小さい間は前記コンデンサを前記電池電圧以上の電圧とする初期設定モードとして設定し、この初期設定モードを経過した後は通常設定モードとして設定すると共に、

前記初期設定モードの間であって、前記モータが回生運転のときには前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して、前記電力変換手段に接続し、

前記通常設定モードのときであって、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧がコンデンサが満充電時の電圧である第1の所定値以上の場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、

前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が前記第1の所定値よりも小さく、且つ前記コンデンサの電圧が前記電力変換手段の最低作動電圧である第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、

を備えたことを特徴とする電源装置。

【請求項8】 請求項7記載の電源装置において、

前記コンデンサの電力を前記電池へと充電する電池充電回路を有し、

前記スイッチ制御手段は、更に通常設定モード後に、終了モードを設定し、

前記終了モードのときには、前記充電回路によって前記コンデンサの電力を前記電池へと充電するようにすることを特徴とする電源装置。

【請求項9】 請求項7記載の電源装置において、

前記コンデンサの電力を前記電池へと充電する電池充電回路を有し、

前記初期設定モードでは、前記電池充電回路によって前記コンデンサの電力を前記電池へと充電するようにすることを特徴とする電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば電気自動車用として用いられる電源装置に係り、特に、大容量コンデンサを用いた電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の電源装置として、例えば、特開平10-84628号公報（以下、従来例という）に記載されたものが知られている。図22は、該従来例に記載された電源装置の構成を示す回路図である。同図に示すように、この電源装置101は、電池102と、該電池102と直列に接続されるコンデンサ103、及びスイッチ104と、第1の電力変換器105と、第2の電力変換器106と、制御回路107と、を有してい

る。

【0003】この従来技術では、第1の電力変換器105と接続されたモータ108の力行運転時には、スイッチ104をオンとして、電池102とコンデンサ103とに蓄えられた電力を第1電力変換器105を介してモータ108へと供給する。

【0004】モータ108の回生運転時には、スイッチ104をオフとして、モータ108で発電された電力を第1電力変換器105および第2電力変換器106を介して、コンデンサ103へと供給し、コンデンサ103を充電するようにしている。

【0005】従って、この従来技術ではモータ108の力行運転時には電池102の電力に加えて、コンデンサ103に蓄えられた電力を用い、モータ108が回生運転時にはモータ108で発電する電力をコンデンサへと回収するので、コンデンサに蓄えられた電力を有効に活用することができ、よって電池の負荷を低減することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の電源装置101では、モータ108の回生運転時には、コンデンサ103のみを充電するように構成しているので、該コンデンサ103の耐電圧まで充電された場合には、コンデンサ103の破損を防止するために、モータ108による回生を停止するか、或いは回生エネルギーを消費するための抵抗器を別途設ける必要がある。この場合、抵抗器で消費されるエネルギーは損失となり、有効に回収することができないという欠点がある。

【0007】本発明はこのような従来の課題を鑑みてなされたもので、モータが回生運転時に発電する電力を有効に回収することのできる電源装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願請求項1に記載の発明は、電力を充放電可能な電池と、電力を充放電可能なコンデンサと、前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、少なくとも前記電池の電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、前記モータを力行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続又は非接続とするスイッチ手段と、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値以下の場合に、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続すると共に、前記モータが回生運転され、且つ前記電

(4)

特開2002-330545

5

6

圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値よりも大きい場合には、前記電池のみが前記電力変換手段と接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1記載の電源装置において、前記スイッチ手段は、前記電池のみを前記電力変換手段と接続する第1のスイッチと、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して前記電池及び前記コンデンサとを前記電力変換手段と接続する第2のスイッチと、を備え、前記スイッチ制御手段は、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値以下の場合には、第2のスイッチを動作させて、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続し、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値よりも大きい場合には、第1のスイッチを動作させて、前記電池のみが前記電力変換手段と接続されることを特徴とする。

【0010】請求項3に記載の発明は、電力を充放電可能な電池と、電力を充放電可能なコンデンサと、前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、少なくとも前記電池の電力または前記コンデンサの電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、前記モータを力行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続又は非接続とするスイッチ手段と、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧がコンデンサが満充電時の電圧である第1の所定値以上の場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が前記第1の所定値よりも小さく、且つ前記コンデンサの電圧が前記電力変換手段の最低作動電圧である第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項3記載の電源装置において、前記スイッチ手段は、更に、前記モータが力行運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出されたコンデンサ電圧がコンデンサの最低充電電圧である第3の所定値以下である場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、前記モータが力行運転され、且つ前記コンデンサ電圧が前記第3の所定値よりも大きく、且つ前記第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して、前記電力

変換手段に接続し、前記モータが力行運転され、且つ前記コンデンサ電圧が前記第3の所定値よりも大きく、且つ前記第2の所定値よりも大きい場合には、前記コンデンサのみを前記電力変換手段に接続することを特徴とする。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項3または4記載の電源装置において、前記第2の所定値は、前記モータの運転状態に基いて、変更されることを特徴とする。

10 【0013】請求項6に記載の発明は、請求項5記載の電源装置において、前記モータの運転状態は、前記モータの回転数に基づくことを特徴とする。

【0014】請求項7に記載の発明は、電力を充放電可能な電池と、電力を充放電可能なコンデンサと、前記コンデンサの電圧を検出する電圧検出手段と、少なくとも前記電池の電力または前記コンデンサの電力を所定電圧に変換する電力変換手段と、前記電力変換手段によって変換された電力により力行運転されると共に、回生運転によって発電された電力を前記電力変換手段へと供給するモータと、前記モータを力行運転または回生運転するかを制御する運転制御手段と、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続または非接続とすることで、前記電池と前記コンデンサとのそれぞれを、前記電力変換手段と接続または非接続とするスイッチ手段と、前記モータの起動開始時に、前記コンデンサの電圧が前記電池の電圧よりも小さい間は前記コンデンサを前記電池電圧以上の電圧とする初期設定モードとして設定し、この初期設定モードを経過した後を通常設定モードとして設定すると共に、前記初期設定モードの間であって、前記モータが回生運転のときには前記電池と前記コンデンサとを直列に接続して、前記電力変換手段に接続し、前記通常設定モードのときであって、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧がコンデンサが満充電時の電圧である第1の所定値以上の場合には、前記電池のみを前記電力変換手段に接続し、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が前記第1の所定値よりも小さく、且つ前記コンデンサの電圧が前記電力変換手段の最低作動電圧である第2の所定値以下である場合には、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続されるように前記スイッチ手段を制御するスイッチ制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0015】請求項8に記載の発明は、請求項7記載の電源装置において、前記コンデンサの電力を前記電池へと充電する電池充電回路を有し、前記スイッチ制御手段は、更に通常設定モード後に、終了モードを設定し、前記終了モードのときには、前記充電回路によって前記コンデンサの電力を前記電池へと充電するようにすることを特徴とする。

50 【0016】請求項9に記載の発明は、請求項7記載の

7

電源装置において、前記コンデンサの電力を前記電池へと充電する電池充電回路を有し、前記初期設定モードでは、前記電池充電回路によって前記コンデンサの電力を前記電池へと充電するようにすることを特徴とする。

【0017】

【発明の効果】請求項1～3に記載の発明においては、スイッチ制御手段によって前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値以上の場合に、前記電池と前記コンデンサとを直列に接続すると共に、前記モータが回生運転され、且つ前記電圧検出手段によって検出された前記コンデンサの電圧が所定値よりも大きい場合には、前記電池のみが前記電力変換手段と接続されるように前記スイッチ手段を制御するようにしたので、モータが回生運転時にコンデンサ電圧が所定値以下の場合には電池とコンデンサとを直列に接続して、電力変換手段に接続され、モータで発電する回生電力を電池とコンデンサの両方で回収することができ、モータの発電電力を有効に回収することができる。

【0018】また、請求項4記載の発明においては、前記モータが力行運転され、且つ前記コンデンサ電圧が前記第3の所定値よりも大きく、且つ前記第2の所定値よりも大きい場合には、前記コンデンサのみを前記電力変換手段に接続するようにしたので、コンデンサのみの電力でモータを力行するので、請求項1記載の発明の効果に加えて、電池への通電を減少させて、電池の負荷平準化を図ることができ、従って電池の寿命を向上することができる。

【0019】請求項5記載の発明においては、第2の所定値がモータの運転状態に基づいて変更されるので、より一層電池の負荷平準化を図ることができる。

【0020】請求項6記載の発明においては、モータの運転状態がモータの回転数に基づいて変更されるので、より一層電池の負荷平準化を図ることができる。

【0021】請求項7記載の発明においては、初期設定モードと通常動作モードとを設定し、初期設定モードでは、コンデンサの充電電圧が電池の出力電圧以上となるようにし、且つ、通常動作モードではコンデンサの充電電圧が電池の出力電圧よりも小さくならないように制御するので、良好な制御が可能となり、且つ、電池の負荷平準化を図ることができる。

【0022】請求項8記載の発明においては、前記コンデンサの電力を前記電池へと充電する電池充電回路を有し、前記スイッチ制御手段は、更に通常設定モード後に、終了モードを設定し、前記終了モードのときには、前記充電回路によって前記コンデンサの電力を前記電池へと充電するようにしたので、コンデンサの電力を有効に使用することができる。

【0023】請求項9記載の発明においては、コンデンサの電力を電池へ充電する電池充電回路を具備し、初期

(5)

特開2002-330545

8

設定モードにて、コンデンサの電力を電池へ充電するようにしているので、コンデンサに蓄積された電力を有効に利用することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の実施形態では、電源装置を、車両を駆動するモータを力行運転および回生運転するための電源装置とした車両用電源装置として説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置1は、モータM1が力行運転時には駆動用電圧を供給し、回生運転時には、モータM1にて発生した電圧を充電する機能を有しており、充電可能なバッテリーEbと、このバッテリーEbと直列に接続される電気2重層キャパシタ等の大容量コンデンサ（以下、単にコンデンサという）C1と、電力変換器（電力変換手段）2と、2つのスイッチSW1、SW2（スイッチ手段）と、を有している。更に、コンデンサC1の両端に発生する電圧を検知する電圧センサ（電圧検出手段）3と、2つのスイッチSW1、SW2のオン、オフ状態を制御する制御回路（スイッチ制御手段）4とを具備している。

【0025】電力変換器2は、モータM1が力行運転時には、バッテリーEb或いはコンデンサC1が出力する電圧を昇圧した後、交流電圧に変換してモータM1に供給し、他方、モータM1が回生運転時には、モータM1で発生した交流電圧を直流電圧に変換し、更に、所定の電圧まで昇圧して、バッテリーEb或いはコンデンサC1に充電電圧を出力する。

【0026】電力変換器2の、一端側となる点P1は、スイッチSW1（第1のスイッチ）を介してコンデンサC1の一端側P2に接続され、また、点P1は、スイッチSW2（第2のスイッチ）を介してコンデンサC1の他端側P3に接続されている。また、点P2は、バッテリーEbのプラス側に接続され、該バッテリーEbのマイナス側は、電力変換器2の他端側となる点P4に接続されている。

【0027】図2は、電力変換器2の詳細な構成を示す回路図であり、同図に示すように、該電力変換器2は、直列接続された2個のトランジスタ（または、FET）Q1、Q2と、トランジスタQ1に対して並列に接続されるダイオードD1と、トランジスタQ2に対して並列に接続されるダイオードD2と、チョークコイルL1と、出力端となる点P1、P4に接続される電圧安定化用のコンデンサC2と、を具備している。

【0028】更に、モータM1の回転数Nを検出する回転センサ5と、モータM1に流れる電流値Iを測定する電流センサ6と、を具備している。また、コントローラ（運転制御手段）7を有している。

【0029】このコントローラ7には、アクセルペダルからのアクセル操作量や図示しないブレーキペダルから

9

のブレーキ操作量等が入力され、この操作量等に基づいて、力行運転を行なうか回生運転を行なうかを決定し、この決定された力行運転または回生運転でのモータのトルクを演算し、このトルクを得るための電流指令値を、電流センサ6からの電流検出値をフィードバックすることによって演算し、この演算された電流指令値となるようにトランジスタQ1、Q2をオン、オフ制御する。

【0030】そして、各トランジスタQ1、Q2のベース（或いはゲート）にパルス信号を供給することにより、モータM1の力行運転時には、直流電圧を交流電圧に変換してモータM1に駆動用の電圧を供給し、また、モータM1の回生運転時には、モータM1より得られる交流電圧を直流電圧に変換して、バッテリーEb、或いはコンデンサC1に充電電圧を供給することができるようになされている。

【0031】また制御回路4は、モータM1を力行運転する場合には、電力変換器2のコントローラ7から力行運転である情報、モータM1が回生運転時には、電力変換器2のコントローラ7から回生運転である情報が入力されるとともに、電圧センサ3から出力されるコンデンサC1の電圧Vcが入力され、これらに基づいて、スイッチSW1およびスイッチSW2の切換えを行なう。

【0032】図3は、制御回路4による処理手順を示すフローチャートであり、以下、該フローチャートを参照しながら、本実施形態の作用について説明する。作動開始時は、初期状態として、スイッチSW1をオンとし、\*

$$I_{b1} = P_r / V_{out} = P_r / (E_b + V_c) \quad \dots (1)$$

但し、Prは、その時点での回生電力である。

【0038】いま、この回生電力Prを、バッテリーEbのみで回収することを想定すると、バッテリーEbに流れる電流I<sub>bb1</sub>は、次の(2)式で示すことができる。

$$I_{bb1} = P_r / E_b \quad \dots (2) \quad *$$

$$I_{b1} / I_{bb1} = E_b / (E_b + V_c) = 1 / \{1 + (V_c / E_b)\} < 1$$

$$(\text{但し、} V_c > 0) \quad \dots (3)$$

従って、電流I<sub>bb1</sub>は、電流I<sub>b1</sub>と比較して減少し、バッテリーEbの負荷を平準化することができる。即ち、バッテリーEbと、コンデンサC1とにより充電電圧を分担しているため、バッテリーEbに流入する電流の変化幅を抑制することができ、該バッテリーEbの負荷平準化を図ることができる。これにより、バッテリーEbの寿命を長くすることができる。

【0041】その後、回生運転中に、コンデンサC1の充電電圧Vcが上昇し、満充電時の電圧V<sub>Gmax</sub>に達すると（ステップST3でYES）、スイッチSW1がオン、SW2がオフとなり、バッテリーEbのみが電力変換器2と接続され、運転を継続する（ステップST5）。これにより、回生電力を無駄なく回収することができる。

$$I_{b2} = P_m / V_{out} = P_m / (E_b + V_c) \quad \dots (4)$$

但し、P<sub>m</sub>は、その時点での力行電力である。もし、この電力をバッテリーEbのみで供給すると、このとき流れ

(6)

特開2002-330545

10

\* スイッチSW2をオフとする（ステップST1）。

【0033】次に、モータM1が力行運転か回生運転かどうかを、電力変換器2のコントローラ7から送られる情報に基づいて判断する（ステップST2）。

【0034】そして、ステップST2でモータM1が回生運転であると判断された場合には、電圧センサ3による検出値に基づいて、コンデンサC1に充電されている電圧Vcが、予め記憶されている該コンデンサC1の満充電時の電圧V<sub>Gmax</sub>（第1の所定値）に達しているかどうか判断される（ステップST3）。初期状態では、電圧Vcは未だV<sub>Gmax</sub>に達していないのでステップST6へと進み、ステップST6にてスイッチSW1をオフとし、スイッチSW2をオンするように切り換え操作を行う。

【0035】その結果、電力変換器2の出力電圧は、コンデンサC1とバッテリーEbとに印加されることになり、コンデンサC1、及びバッテリーEbが充電される。コンデンサC1が充電され始めると、該コンデンサC1の両端に発生する電圧Vcが上昇するので、出力電圧V<sub>out</sub>は、V<sub>out</sub> = E<sub>b</sub> + V<sub>c</sub>となり、コンデンサC1の充電電圧Vc分だけ上昇する。

【0036】このとき、バッテリーEbに流れる電流をI<sub>b1</sub>とすると、該電流値I<sub>b1</sub>は、次の(1)式で示すことができる。

$$I_{b1} = P_r / V_{out} = P_r / (E_b + V_c) \quad \dots (1)$$

※ここで、上記の(1)、(2)式より、電流値I<sub>b1</sub>と、電流値I<sub>bb1</sub>との比率を求めると、次の(3)式を得ることができる。

$$I_{b1} / I_{bb1} = E_b / (E_b + V_c) = 1 / \{1 + (V_c / E_b)\} < 1$$

★【0042】次いで、モータM1が力行運転へと切り換わり、ステップST2でモータM1が力行運転であると判断された場合には、電圧センサ3で検出される電圧値に基づき、コンデンサC1の充電電圧Vcが最低レベルの電圧値V<sub>Gmin</sub>（第3の所定値）以下であるかどうか判断される（ステップST4）。この場合には、コンデンサC1の充電電圧Vcは電圧V<sub>Gmin</sub>よりも大きいので（ステップST4でNO）、スイッチSW1をオフ、SW2をオンとして、バッテリーEb、及びコンデンサC1とを電力変換器2と接続する（ステップST6）。従って、バッテリーEb、及びコンデンサC1の双方から出力される電圧が電力変換器2に供給される。

【0043】このとき、バッテリーEbとコンデンサC1より出力される電流I<sub>b2</sub>は、次の(4)式で示される

$$I_{b2} = P_m / V_{out} = P_m / (E_b + V_c) \quad \dots (4)$$

50 の電力をバッテリーEbのみで供給すると、このとき流れ

11

る電流値 $I_{bb2}$ は、次の(5)式で示される。

$$[0044] I_{bb2} = P_m / E_b \quad \dots (5)$$

ここで、上記の(4)、(5)式より、電流値 $I_{b2}$ と、\*

$$I_{b2} / I_{bb2} = E_b / (E_b + V_C) = 1 / \{1 + (V_C / E_b)\} < 1$$

(但し、 $V_C > 0$ )

従って、電流 $I_{b2}$ は、電流 $I_{bb2}$ と比較して減少し、バッテリー $E_b$ の負荷を平準化することができる。即ち、バッテリー $E_b$ と、コンデンサ $C_1$ とにより放電電圧を分担しているため、バッテリー $E_b$ より出力される電流の変化幅を抑制することができ、該バッテリー $E_b$ の負荷平準化を図ることができる。これにより、バッテリー $E_b$ の寿命を長くすることができる。

[0046] その後、力行運転中に、コンデンサ $C_1$ がフルに放電されると、電圧センサ3で検出される電圧値 $V_C$ が電圧値 $V_{Cmin}$ 以下となるので(ステップST4でYES)、スイッチ $SW_1$ がオン、 $SW_2$ がオフに切り換えられる(ステップST7)。これにより、バッテリー $E_b$ のみが電力変換器2へと接続される。

[0047] このようにして、第1の実施形態の電源装置1では、コンデンサ $C_1$ の充電電圧 $V_C$ 及びモータM1が回生運転であるか力行運転であるかに基づいて、2つのスイッチ $SW_1$ 、 $SW_2$ のオン、オフを切り換え、バッテリー $E_b$ 及びコンデンサ $C_1$ と電力変換器2との接続、及びバッテリー $E_b$ のみと電力変換器2との接続を切り換えている。従って、コンデンサ $C_1$ の充電状態に応じた適切な切り換え制御を行うことができ、回生エネルギー回収するための特別な回路を設置することなく、回生エネルギーの損失を防止することができる。

[0048] また、コンデンサ $C_1$ は、バッテリー $E_b$ と直列接続されているので、力行運転時、及び回生運転時のいずれの場合においても、電力変換器2への供給電圧は、バッテリー $E_b$ 以下となることはなく、電力変換器2が動作しないことが発生しない。これにより、従来例で説明した図2における第2の電力変換器106が不要となる。

[0049] 図4は、上記した第1の実施形態の変形例に係る電源装置11の構成を示すブロック図である。図示のように、該変形例では、図1に示した電源装置1と比較して、スイッチ $SW_1$ と大容量コンデンサ $C_1$ との取り付け位置が反対となっている。そして、このような構成においても、上記した第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。なお、動作説明については、上記した第1の実施形態と同様であるので、その説明を省略する。

[0050] 次に、第1の実施形態に係る電源装置1を用いた場合の、バッテリー $E_b$ に流れる電流、及び、出力電圧 $V_{out}$ の特性について説明する。

[0051] いま、システムの定数として、バッテリー $E_b$ の電圧を、 $E_b = 5.0$ ボルト、コンデンサ $C_1$ の耐圧 $V_{Cmax}$ を、 $V_{Cmax} = 100$ ボルト、 $V_{Cmin} = 0$ ボルト、

(7)

特開2002-330545

12

\* 電流値 $I_{b2}$ との比率を求めると、次の(6)式を得ることができる。

$$[0045]$$

$\dots (6)$

$V_I$  (最低作動電圧) = 5.0ボルト、コンデンサ $C_1$ の容量を30F (ファラッド) とする。そして、10秒間、20KW (キロワット) の回生と、10秒間、20KWの力行を行う。この場合、電力変換器2のパワーは、図18に示すように変化する。力行時、回生時共に20KWであるが、5.0ボルトのバッテリーのみで動作させると、400アンペアの電流が流れる。なお、このパターンでは、コンデンサ $C_1$ の充電電圧 $V_C$ は100ボルトを超えることがないので、バッテリーのみが電力変換器2に接続される状態には移行しない。

[0052] そして、本実施形態に係る電源装置1では、バッテリー $E_b$ と、コンデンサ $C_1$ とが電力変換器2に接続される場合、図19(a)に示すようにバッテリー $E_b$ に流れる電流が変化し、また、同図(b)に示すように、出力電圧 $V_{out}$ が変化する。これにより、バッテリー $E_b$ の負荷を平準化することができ、且つ、回生電力を有効に回収できることが理解される。

[0053] 図5は、本発明の第2の実施形態に係る電源装置21の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置21は、前述した第1の実施形態と同様に、充電が可能なバッテリー $E_b$ と、電気2重層キャパシタ等の大容量コンデンサ(以下、単にコンデンサという)  $C_1$ と、電力変換器2と、電圧センサ3と、制御回路4と、を有している。また、2ノッチ式の2つのスイッチ $SW_1$ 1、 $SW_1$ 2を具備している。

[0054] 電力変換器2の、一端側となる点P21は、スイッチ $SW_1$ 1の接点cに接続され、該スイッチ $SW_1$ 1の接点aは、バッテリー $E_b$ のプラス端と、スイッチ $SW_1$ 2の接点aに接続されている。また、電力変換器2の、他端側となる点P22は、スイッチ $SW_1$ 2の接点bと、バッテリー $E_b$ のマイナス端に接続されている。

[0055] また、スイッチ $SW_1$ 1の接点bと、スイッチ $SW_1$ 2の接点cとは、コンデンサ $C_1$ を介して接続され、且つ、該コンデンサ $C_1$ には、コンデンサ $C_1$ の両端に発生する電圧を検知する電圧センサ3が設置されている。

[0056] なお、電力変換器2の具体的な構成は、第1の実施形態で説明した図2と同一であるため、ここでの記載は省略する。

[0057] 図6は、図5に示す制御回路4による処理手順を示すフローチャートであり、以下、該フローチャートを参照しながら、第2の実施形態の作用について説明する。作動開始時は、初期状態として、スイッチ $SW_1$ 1、スイッチ $SW_1$ 2共に、接点aに接続される(ス



13

テップST11)。

【0058】次にモータM1が力行運転か回生運転かどうかを、電力変換器2のコントローラ7から送られる情報に基づいて判断する(ステップST12)。

【0059】そして、ステップST12にてモータM1が回生運転であると判断された場合には、電圧センサ3による検出値に基づいて、コンデンサC1に充電されている電圧Vcが該コンデンサC1の満充電時の電圧V<sub>Gmax</sub>に達しているかどうか判断される(ステップST13)。初期状態では、電圧Vcは未だV<sub>Gmax</sub>に達していないので(ステップST13でNO)、電圧Vcが電力変換器2の最低作動電圧V<sub>Imin</sub>(第2の所定値)よりも小さいかどうか判断される(ステップST14)。

【0060】コンデンサC1が十分に充電されていない状態では、コンデンサC1の充電電圧は、V<sub>Imin</sub>に達していないので(ステップST14でYES)、スイッチSW11を接点b側に接続し、スイッチSW12を接点a側に接続するように切り換える(ステップST17)。これにより、回生時において電力変換器2より出力される電圧は、コンデンサC1及びバッテリーEbへと印加され、コンデンサC1、及びバッテリーEbを充電させることができる。

【0061】充電が進み、コンデンサC1の充電電圧が最低作動電圧V<sub>Imin</sub>よりも大きくなると(ステップST14でNO)、2つのスイッチSW11、SW12が共に接点b側に接続され(ステップST18)、コンデンサC1のみが電力変換器2と接続される。

【0062】このとき、電力変換器2の端子電圧V<sub>out</sub>は、コンデンサC1の充電電圧Vcとなるが、該充電電圧Vcは電力変換器2の最低作動電圧V<sub>Imin</sub>以上となっているので、電力変換器2、及びモータM1は正常に動作を続けることができる。

【0063】そして、バッテリーEb及びコンデンサC1とが電力変換器2に接続された場合には、バッテリーEbのみにより電圧を出力する場合と比較し、バッテリーEbに流れる充電電流が減少するので、バッテリーEbの負荷を平準化することができる。また、コンデンサC1のみが電力変換器2と接続された場合には、バッテリーEbに充電電流が流れないために、より一層バッテリーEbの負荷平準化を図ることができる。また、回生動作中に、コンデンサC1の充電電圧Vcが、満充電時の電圧V<sub>Gmax</sub>に達した場合には(ステップST13でYES)、これ以上のコンデンサC1への充電を回避するために、スイッチSW11を接点a側に接続し(ステップST16)、運転を継続することができる。

【0064】他方、電力変換器2が力行運転である場合には(ステップST12で「力行」)、コンデンサC1の充電電圧Vcがゼロボルト付近の最低充電電圧V<sub>Gmin</sub>よりも小さいかどうか判断される(ステップST15)。この時点では、コンデンサC1の充電電圧Vc

(8)

特開2002-330545

14

は、電圧V<sub>Gmin</sub>よりも大きいので(ステップST15でNO)、引き続き、充電電圧Vcが電力変換器2の最低作動電圧V<sub>Imin</sub>よりも小さいかどうか判断される(ステップST14)。

【0065】そして、充電電圧Vcが最低作動電圧V<sub>Imin</sub>よりも小さい場合には(ステップST14でYES)、スイッチSW11を接点b側とし、スイッチSW12をa側として(ステップST17)、バッテリーEbとコンデンサC1とを電力変換器2と接続する。即ち、バッテリーEbの出力電圧とコンデンサC1の出力電圧とを加算した電圧が電力変換器2へ与えられる。

【0066】この際、前述した第1の実施形態と同様に、バッテリーEbを単独で用いる場合と比較し、バッテリーEbに流れる放電電流が減少するので、バッテリーEbの負荷を平準化することができる。

【0067】他方、コンデンサC1の充電電圧Vcが、最低作動電圧V<sub>Imin</sub>よりも大きい場合には(ステップST14でNO)、スイッチSW11、及びスイッチSW12を共に接点b側とすることにより(ステップST18)、コンデンサC1のみを電力変換器2に接続する。即ち、コンデンサC1の出力電圧のみが電力変換器2へ与えられる。そして、この場合においても、前述した第1の実施形態と同様に、バッテリーEbに放電電流が流れないので、バッテリーEbの負荷を平準化させることができる。

【0068】そして、力行運転中に、コンデンサC1の充電電圧Vcがフル放電である場合には、充電電圧Vcが電圧V<sub>Gmin</sub>よりも小さくなるので(ステップST15でYES)、スイッチSW11が接点a側に接続され(ステップST19)、バッテリーEbのみが電力変換器2と接続され、モータM1の運転を継続させることができる。

【0069】このようにして、第2の実施形態に係る電源装置21では、バッテリーEbの負荷を平準化することができ、且つ、コンデンサC1に蓄積された電圧を有効に利用することができる。

【0070】次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図7は、第3の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置31は、前述した第1、第2の実施形態と同様に、充電が可能なバッテリーEbと、電気2重層キャパシタ等の大容量コンデンサ(以下、単にコンデンサという)C1と、電力変換器2と、電圧センサ3と、制御回路4と、を有している。また、3つのスイッチSW21、SW22、SW23を具備している。

【0071】電力変換器2の、一端側となる点P31は、SW21を介してバッテリーEbのプラス端に接続されている。また、点P31は、コンデンサC1の一端にも接続されている。該コンデンサC1の他端の点P33は、スイッチSW22を介して点P34に接続され、ま

50

15

た。点P33は、スイッチSW23を介して点P32に接続されている。なお、電力変換器2の構成は、図2に示したものと同一である。

【0072】図8は、図7に示す制御回路4による処理手順を示すフローチャートであり、以下、該フローチャートを参照しながら、第3の実施形態の作用について説明する。作動開始時は、初期状態として、スイッチSW21がオン、スイッチSW22、SW23がオフとされる（ステップST21）。

【0073】次にモータM1が力行運転か回生運転かを、電力変換器2のコントローラ7（図2参照）から送られる情報に基づいて判断する（ステップST22）。

【0074】そして、ステップST22でモータM1が回生運転であると判断された場合には、電圧センサ3による検出値に基づいて、コンデンサC1に充電されている電圧Vcが該コンデンサC1の満充電時の電圧Vmaxに達しているかどうか判断される（ステップST23）。初期状態では、電圧Vcは未だVmaxに達していないので（ステップST23でNO）、電圧Vcが電力変換器2の最低作動電圧Vminよりも小さいかどうか判断される（ステップST24）。

【0075】コンデンサC1が十分に充電されていない状態では、コンデンサC1の充電電圧は、Vminに達していないので（ステップST24でYES）、スイッチSW21がオフ、SW22がオン、SW23がオフとなるように切り換える（ステップST27）。これにより、回生時において電力変換器2より出力される電圧は、コンデンサC1とバッテリーEbの直列接続回路に印加され、コンデンサC1、及びバッテリーEbを充電させることができる。

【0076】充電が進み、コンデンサC1の充電電圧が最低作動電圧Vminよりも大きくなると（ステップST24でNO）、スイッチSW21、SW22が共にオフ、SW23がオンとなるように切り換えられ（ステップST28）、コンデンサC1のみが電力変換器2に接続される。つまり、コンデンサC1のみに、充電されるようになる。

【0077】このときの、電力変換器2の端子電圧Voutは、コンデンサC1の充電電圧Vcとなるが、該充電電圧Vcは電力変換器2の最低作動電圧Vmin以上となっているので、電力変換器2、及びモータM1は正常に動作を続けることができる。

【0078】そして、バッテリーEbとコンデンサC1との双方が電力変換器2に接続されているときには、バッテリーEbのみに電圧を出力する場合と比較し、バッテリーEbに流れる充電電流が減少するので、バッテリーEbの負荷を平準化することができる。また、コンデンサC1のみが電力変換器2と接続されているときには、バッテリーEbに充電電流が流れないために、より一層バッテリーEbの負荷平準化を図ることができる。

(9)

特開2002-330545

16

【0079】また、回生運転中に、コンデンサC1の充電電圧Vcが、満充電時の電圧Vmaxに達した場合には（ステップST23でYES）、これ以上のコンデンサC1への充電を回避するために、スイッチSW21をオン、SW22、SW23を共にオフとすることにより（ステップST26）、運転を継続することができる。

【0080】他方、ステップST22の判断で、電力変換器2が力行運転である場合には、コンデンサC1の充電電圧Vcがゼロボルト付近の最低充電電圧Vminよりも大きいかが判断される（ステップST25）。この時点では、コンデンサC1の充電電圧Vcは、電圧Vminよりも大きいので（ステップST25でNO）、引き続き、充電電圧Vcが電力変換器2の最低作動電圧Vminよりも小さいかが判断される（ステップST24）。

【0081】そして、コンデンサC1の充電の程度により、充電電圧Vcが最低作動電圧Vminよりも小さい場合には（ステップST24でYES）、スイッチSW21をオフ、SW22をオン、SW23をオフとして（ステップST27）、バッテリーEbとコンデンサC1とが電力変換器2に接続された状態とする。即ち、バッテリーEbの出力電圧とコンデンサC1の出力電圧とを加算した電圧が電力変換器2へ与えられる。

【0082】この際、前述した第1、第2の実施形態と同様に、バッテリーEbを単独で用いる場合と比較し、バッテリーEbに流れる放電電流が減少するので、バッテリーEbの負荷を平準化することができる。

【0083】また、コンデンサC1の充電電圧Vcが、最低作動電圧Vminよりも大きい場合には（ステップST24でNO）、スイッチSW21、SW22をオフ、SW23をオンとすることにより（ステップST28）、コンデンサC1のみを電力変換器2へ接続する。即ち、コンデンサC1の出力電圧のみが電力変換器2へ与えられる。そして、この場合においても、前述した第1の実施形態と同様に、バッテリーEbに放電電流が流れないので、バッテリーEbの負荷を平準化させることができる。

【0084】そして、力行運転中に、コンデンサC1の充電電圧Vcがフルに放電である場合には、充電電圧Vcが電圧Vminよりも小さくなるので（ステップST25でYES）、スイッチSW21がオン、SW22、SW23が共にオフとなり（ステップST29）、バッテリーEbのみが電力変換器2に接続されるように切り換わり、モータM1の運転を継続させることができる。

【0085】このようにして、本発明の第3の実施形態に係る電源装置31においても、前述の第1、第2の実施形態と同様に、バッテリーEbの負荷を平準化することができ、且つ、コンデンサC1に蓄積された電圧を有効に利用することができる。また、第3の実施形態では、バッテリーEbのみが電力変換器2に接続される場合、バ

17

バッテリーE bとコンデンサC 1とが電力変換器2の接続される場合、及びコンデンサC 1のみが電力変換器2に接続される場合のいずれの場合においても、電流が流れるループ中に存在するスイッチ素子が1個のみとなり、スイッチ素子による損失を低減することができる。

【0086】図9は、第3の実施形態に示した電源装置31の変形例の構成を示す説明図である。この電源装置31'は、3つのスイッチSW21、SW22、SW23、及びコンデンサC 1の取り付け位置が、図7に示したものと相違している。動作は、第3の実施形態と同様であるので、その説明を省略する。そして、このような構成においても、第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0087】図20(a)、(b)は、第3の実施形態に係る電源装置31の、バッテリーE bに流れる電流、及び出力電圧V<sub>out</sub>の変化を示す特性図である。再生電力、及び力行電力は、図18に示したものと同一である。そして、同図から理解されるように、第3の実施形態に係る電源装置31では、バッテリーE bに流れる電流が平準化されると共に、コンデンサC 1の単独動作時に、バッテリーE bには電流が流れない。

【0088】次に、本発明の第4の実施形態に係る電源装置について説明する。図10は、第4の実施形態に係る電源装置41の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置41は、電力変換器2と、電圧センサ3と、コンデンサC 1と、3つのスイッチSW21、SW22、SW23を具備しており、図7に示した電源装置31と略同一構成を成している。そして、電力変換器2から制御回路4へ、該電力変換器2の最低作動電圧V<sub>I</sub>が出力されるように構成されている点で相違している。また、電力変換器2は、図2に示したものと同一の構成を有している。

【0089】図2に示したコントローラ7は、電流センサ6で測定されるモータM1に流れる電流値(電機子電流)I、及び回転センサ5で測定されるモータM1の回転数Nに基づき、以下に示す(7)式により、最低作動電圧V<sub>I</sub>を求める。

$$V_I = K \cdot \phi \cdot N + R \cdot I \quad \dots (7)$$

但し、Kは定数、 $\phi$ は界磁束、Rは電機子抵抗である。

【0091】そして、この演算により求められた最低作動電圧V<sub>I</sub>を図10に示す制御回路4へ出力する。

【0092】図11は、図10に示す制御回路4による処理手順を示すフローチャートであり、以下、該フローチャートを参照しながら、第4の実施形態の作用について説明する。動作開始時は、初期状態として、スイッチSW21がオン、スイッチSW22、SW23がオフとされる(ステップST31)。

【0093】そして、電力変換器2より与えられる最低作動電圧V<sub>I</sub>を読み込み(ステップST32)、該最低

(10)

特開2002-330545

18

作動電圧V<sub>I</sub>を、以後の処理で用いる最低作動電圧V<sub>I<sub>mn</sub></sub>として設定する。その後、図8に示したステップST22~ST29の処理と同様の処理を行ない、バッテリーE bのみが電力変換器2に接続された状態、バッテリーE bとコンデンサC 1とが電力変換器2に接続された状態、及びコンデンサC 1のみが電力変換器2に接続された状態を切り換える処理を行う。

【0094】このようにして、本発明の第4の実施形態に係る電源装置41では、モータM1の電機子電流I、及び該モータM1の回転数Nに応じて適宜電力変換器2の最低作動電圧V<sub>I</sub>を求め、該最低作動電圧V<sub>I</sub>に応じて、各種の運転状態(バッテリーのみが電力変換器2に接続された状態、バッテリーE bとコンデンサC 1とが電力変換器2に接続された状態、及びコンデンサC 1のみが電力変換器2に接続された状態)を切り換えるように制御しているため、コンデンサC 1のみが電力変換器2に接続される機会を多く設定することができるようになり、より一層バッテリーE bの負荷の平準化を図ることができる。

【0095】図21(a)、(b)は、第4の実施形態に係る電源装置41の、バッテリーE bに流れる電流、及び端子電圧V<sub>out</sub>の変化を示す特性図である。再生電力、及び力行電力は、図18に示したものと同一である。そして、同図から理解されるように、第4の実施形態に係る電源装置41では、バッテリーE bに流れる電流が平準化されると共に、コンデンサC 1の単独動作時には、バッテリーE bには電流が流れない。

【0096】更に、同図(b)に示す如くに、電力変換器2の最低作動電圧V<sub>I</sub>が変化するものと仮定すると、バッテリーE bとコンデンサC 1とが電力変換器2に接続される状態から、コンデンサC 1のみが電力変換器2に接続される状態に移行するコンデンサC 1の充電電圧は、約40ボルトとなり、V<sub>I</sub>固定値(50ボルト)と比較して、コンデンサC 1のみが電力変換器2に接続される状態が増加している。

【0097】次に、本発明の第5の実施形態について説明する。なお、第5の実施形態に係る電源装置の回路構成は、図7に示した回路と同一であるため、図7に示す回路図を用い、その構成説明を省略する。

【0098】図12は、第5の実施形態に係る制御回路4の処理手順を示すフローチャート、図13は、電力変換器2の2つの端子間の電圧V<sub>out</sub>と、コンデンサC 1の充電電圧V<sub>C</sub>の変化の様子を示すタイミングチャートであり、以下、これらを参照しながら、第5の実施形態の動作について説明する。

【0099】制御回路4による制御が開始されると、まず、バッテリーE bの出力電圧と、コンデンサC 1の充電電圧V<sub>C</sub>とが比較される(ステップST41)。そして、初期状態では、モータM1が停止しており、更に、電圧V<sub>C</sub>とE bとの間には、V<sub>C</sub><E bなる関係が成立す

50

19

るので(ステップST41でNO)、初期化フロー(初期設定モード)に入る。

【0100】この時、モータM1は停止しており、回生運転ではないので(ステップST42でNO)、スイッチSW21のみをオンとして、バッテリーE1のみを電力変換器2に接続する状態で待機する(ステップST43)。次いで、モータM1の回転を開始し、回転数を上昇させた場合、或いは定速回転時においては、コンデンサC1の充電電圧Vcは、未だゼロであるため、ステップST41にてNOとなり、また、力行運転であるため(ステップST42でNO)、スイッチSW21のみがオンとなる(ステップST43)。これにより、バッテリーE1のみが電力変換器2に接続される状態となる(図13の状態「1」)。

【0101】次いで、モータM1の回転数を低下させる際には、Vc=0であり(ステップST41でNO)、且つ、回生運転であるので(ステップST42でYES)、スイッチSW22のみがオンとなる(ステップST44)。これにより、バッテリーE1とコンデンサC1とが電力変換器2に接続される状態となる(状態「2」)。つまり、バッテリーE1、及びコンデンサC1の双方に回生時の電圧が充電される。

【0102】また、充電中に、回生運転から力行運転に切り換えられた場合には(状態「3」)、再度、バッテリーE1のみが電力変換器2に接続される状態に切り換えられる。

【0103】その後、コンデンサC1の充電が進み(状態「4」)、該コンデンサC1の充電電圧Vcが上昇して電圧Ebに達すると(ステップST41でYES)、初期化フローを終了し、通常動作フロー(通常設定モード)に移行する。

【0104】そして、この状態でモータM1の回転数を低下させると、回生運転となり(ステップST45でYES)、コンデンサC1の充電電圧Vcが、該充電電圧の最大値V<sub>Cmax</sub>に達しているかどうか判断される(ステップST47)。そして、Vc<V<sub>Cmax</sub>である場合には(ステップST47でYES)、スイッチSW23のみをオンとして(ステップST51)、コンデンサC1のみが電力変換器2と接続される状態とする(図13の状態「5」)。これにより、回生時に発生する電圧を全てコンデンサC1に充電することができる。

【0105】次いで、回生運転を継続すると、コンデンサC1の充電電圧Vcが上昇し、最大値V<sub>Cmax</sub>に達すると、(ステップST47でNO)、スイッチSW21のみがオンとなり(ステップST50)、バッテリーE1のみが電力変換器2に接続される状態に切り換えられる。これにより、コンデンサC1が耐圧以上の電圧に上昇することを防止することができる。

【0106】その後、モータM1の回転数を増加させると、或いは定速回転させて力行運転とすると(ステップ

(11)

特開2002-330545

20

ST45でNO)、電圧Vcと電圧Ebとが比較される(ステップST46)。そして、電圧Vcの方が大きい場合には(ステップST46でYES)、スイッチSW22のみをオンとして(ステップST49)、バッテリーE1とコンデンサC1とが電力変換器2に接続された状態とする(状態「6」)。

【0107】また、力行運転を継続することにより、電圧Vcが低下し、電圧Vcが電圧Ebよりも小さくなると(ステップST46でNO)、スイッチSW21のみをオンとすることにより(ステップST48)、バッテリーE1のみが電力変換器2に接続された状態に切り換える(状態「7」)。従って、この時点で、コンデンサC1の充電電圧Vcの放電が止まるので、電圧VcはバッテリーE1の出力電圧よりも低くなることはない。

【0108】そして、回生運転、力行運転の切り換えが行われた場合には、上記と同様に図13に示す状態

「8」、「9」、「10」の如くに変化する。こうして、コンデンサC1の充電電圧Vcと、バッテリーE1の出力電圧との大きさの関係に基づいて、コンデンサC1のみが電力変換器2に接続される状態、バッテリーE1のみが電力変換器2に接続される状態、及びコンデンサC1とバッテリーE1の双方が電力変換器2に接続される状態を切り換えることができるのである。

【0109】このようにして、本実施形態に係る電源回路では、力行運転時におけるコンデンサC1の充電電圧Vcが、常時電圧Eb以上となるように保持される。従って、次回、回生運転に切り換えられた際に、コンデンサC1の充電電圧Vcが電圧Eb以上となっているので、コンデンサC1のみが電力変換器2に接続された状態での運転が可能となる。従って、従来例で示した図22の第2電力変換器は不要となる。

【0110】また、初期化フローが終了した後は、回生時には、コンデンサC1のみが電力変換器2に接続される状態に切り換えられるので、バッテリーE1には電流は流れない。また、力行時には、バッテリーE1とコンデンサC1とが電力変換器2に接続される状態となるので、電力変換器2の電源電圧を上昇させることができ、且つ、モータM1の消費電力は変化しないので、結果としてバッテリーE1に流れる電流を低減することができる。これにより、バッテリーE1の負荷を軽減、負荷平準化を図ることができる。

【0111】以下、バッテリーE1とコンデンサC1との直列接続回路を用いて電力を供給する場合と、バッテリーE1のみで電力を供給する場合で、バッテリーE1に流れる電流値を比較する。

【0112】バッテリーE1とコンデンサC1との直列接続回路の場合には、電力変換器2の端子電圧V<sub>out</sub>は、V<sub>out</sub>=Vc+Ebとなり、バッテリーE1単独の場合と比較して電圧Vc分だけ増加する。このとき、バッテリーE1に流れる電流をI<sub>b</sub>とすると、電流I<sub>b</sub>は、以下の

10

20

30

40

50

(12)

特開2002-330545

21

22

(8)式で示すことができる。

\* \* [0113]

$$I_b = P_m / V_{out} = P_m / (E_b + V_C) \quad \dots (8)$$

ここで、 $P_m$ は、その時点での必要力行電力である。また、この電力をバッテリーE bのみで供給すると、バッテリーE bに流れる電流 $I_{bb}$ は、以下の(9)式で示すことができる。

$$* [0114] I_{bb} = P_m / E_b \quad \dots (9)$$

従って、電流 $I_b$ と電流 $I_{bb}$ との比率 $I_b / I_{bb}$ は、以下の(10)式により求めることができる。

\* [0115]

$$I_b / I_{bb} = E_b / (E_b + V_C) = 1 / (1 + (V_C / E_b)) < 1$$

... (10)

従って、直列運転時の電流 $I_b$ は、単独運転時の電流 $I_{bb}$ と比較して減少するので、バッテリーE bの負荷平準化を図ることができる。

[0116] また、初期化フローにおいて、コンデンサC 1をバッテリーE bの出力電圧まで充電させる際の電力として、回生時の電力を用いているので、コンデンサC 1への充電回路が不要となる。また、バッテリーE bの電力を用いないので、バッテリーE bからの持ち出し分が無く、該バッテリーE bの負荷軽減を図ることができる。

[0117] 次に、本発明の第6の実施形態について説明する。図14は、第6の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置51は、図7に示した電源装置22と略同一の構成を有しており、充電回路(昇圧用の充電回路)52を具備した点で相違している。

[0118] 充電回路52は、コンデンサC 1に蓄積された電力をバッテリーE bに充電して、コンデンサC 1の出力電圧を昇圧するものである。また、その他の構成要素は、図7に示したものと同一であるので、同一符号を付してその構成説明を省略する。

[0119] 図15は、第6の実施形態に係る電源装置51の動作を示すフローチャートであり、以下該フローチャートを参照しながら本実施形態の動作について説明する。初期化フロー(初期設定モード)、及び通常動作フロー(通常設定モード)については、図12に示した手順と同一である。いま、通常動作が終了(電源オフ時やイグニッションオフ時など)すると(ステップST61)、終了前処理(終了モード)として、スイッチSW 23のみをオンとする処理が行われる(ステップST62、ST63)。

[0120] 次に、充電回路52を起動させることにより、コンデンサC 1に残存する電力を、バッテリーE bに充電する処理を行う(ステップST64)。そして、充電が進むにつれて、コンデンサC 1の出力電圧が低下し、バッテリーE bの充電電圧よりも小さくなると、充電回路52により、コンデンサC 1の出力電圧をバッテリーE bの充電電圧に昇圧するように動作する。

[0121] その後、コンデンサC 1の電圧がゼロに近づき、充電回路52の動作下限電圧 $V_{low}$ に達すると(ステップST65)、充電動作を停止させて、全ての動作を終了する(ステップST66)。

[0122] このようにして、本発明の第6の実施形態

に係る電源装置51では、動作完了後、コンデンサC 1に残存している電力を、バッテリーE bに充電するので、コンデンサC 1に残存している電力を自然放電させることなく、有効利用することができる。

[0123] また、この充電回路52は、バッテリーE bと、コンデンサC 1のグラウンドと同一としているので、特別に絶縁型充電器を用いる必要がなく、更に、イグニッションオフ時等、動作完了後の処理であるため、充電時間にモータ制御上の制約がなく、バッテリーE bの充電効率を優先させることができるため、数アンペア程度の小容量低電流を出力する簡易昇圧回路(チョッパ方式)を用いることができる。

[0124] 次に、本発明の第7の実施形態について説明する。図16は、第7の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。同図に示すように、該電源装置61は、図7に示した電源装置31と略同一の構成を有しており、充電回路(降圧用の充電回路)62を具備した点で相違している。

[0125] 充電回路62は、蓄積された電力をコンデンサC 1に充電するものである。また、その他の構成要素は、図7に示したものと同一であるので、同一符号を付してその構成説明を省略する。

[0126] 図17は、第7の実施形態に係る電源装置61の動作を示すフローチャートであり、以下該フローチャートを参照しながら本実施形態の動作について説明する。なお、本実施形態では、図12に示したフローチャートと比較して、初期化フローの処理手順のみが相違し、通常動作フローは同一である。

[0127] いま、電源オンで初期化フローが開始される(ステップST71)。該初期化フローでは、まず、スイッチSW 23のみをオンとすることにより、バッテリーE b、充電回路62、及びコンデンサC 1が接続されるループを形成する(ステップST72)。この際、駆動モータM 1の回転動作は停止状態である。

[0128] 次に、充電回路62を動作させることにより、バッテリーE bより出力される電圧を降圧して、コンデンサC 1に供給し、該コンデンサC 1を充電する(ステップST73)。その後、コンデンサC 1の出力電圧 $V_C$ がバッテリーE bの出力電圧に達すると(ステップST74でYES)、充電回路62による充電操作を停止し、モータM 1の回転動作を許可し(ステップST75)、通常動作フローに入る(ステップST76)。

(13)

特開2002-330545

23

24

これにより、モータM1は回転動作を開始する（ステップS77）。

【0129】このようにして、本発明の第7の実施形態に係る電源装置61では、モータM1の回転許可前に、コンデンサC1の出力電圧VCを、電圧Ebまで充電するため、モータM1駆動中は、常に、回生時にコンデンサC1のみが電力変換器2に接続された状態とすることができ、回生制御不能状態となることを回避することができる。

【0130】その結果、モータM1駆動中には、常時、コンデンサC1の電力受け入れ性能で決まる電力を回生することができ、バッテリーEbには回生電力を一切流さないで、バッテリーEbの負荷平準化を図ることができる。

【0131】また、充電回路62は、バッテリーEb、及びコンデンサC1とグラウンドが同一とされているので、特別に絶縁型充電器を用いる必要がなく、チョップ方式の昇圧回路を用いることができる。

【0132】なお上述した実施形態では、電源装置を車両を駆動するモータの電源装置として説明したが、車両駆動用モータや車両のモータに限るものでなく、例えば冷却ファン用モータや空調機等のモータを駆動するための電源装置においても適用可能であって、上述と同様の効果を有することはいうまでもない。

【0133】以上、本発明の電源装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置き換えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図2】図1に示した電力変換器の詳細な構成を示す回路図である。

【図3】第1の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】第1の実施形態の、変形例に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図6】第2の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図8】第3の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】第3の実施形態の、変形例に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図10】本発明の第4の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図11】第4の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図12】第5の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図13】電力変換器の両端に発生する電圧と、コンデンサの端子電圧VCの変化の様子を示すタイミングチャートである。

【図14】本発明の第6の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図15】第6の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図16】本発明の第7の実施形態に係る電源装置の構成を示す回路図である。

【図17】第7の実施形態に係る電源装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】10秒間、20KWの回生時、及び10秒間、20KWの力行時のパワーの変化を示す特性図である。

【図19】第1の実施形態に係る電源装置のバッテリー電流の変化、及び電力変換器の両端に発生する電圧Voutの変化を示すタイミングチャートである。

【図20】第3の実施形態に係る電源装置のバッテリー電流の変化、及び電力変換器の両端に発生する電圧Voutの変化を示すタイミングチャートである。

【図21】第4の実施形態に係る電源装置のバッテリー電流の変化、及び電力変換器の両端に発生する電圧Voutの変化を示すタイミングチャートである。

【図22】従来における電源装置の構成を示す回路図である。

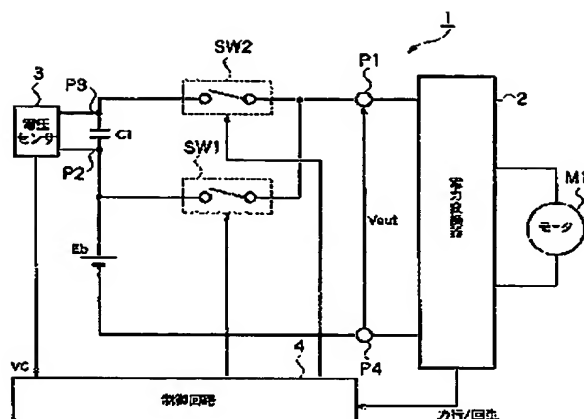
【符号の説明】

- 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61 電源装置
- Eb バッテリー
- C1 大容量コンデンサ（コンデンサ）
- 2 電力変換器
- 3 電圧センサ
- 4 制御装置
- M1 モータ
- SW1 スイッチ
- SW2 スイッチ
- Q1, Q2 トランジスタ
- D1, D2 ダイオード
- C2 電圧安定化用コンデンサ
- L1 チョークコイル
- 5 回転センサ
- 6 電流センサ

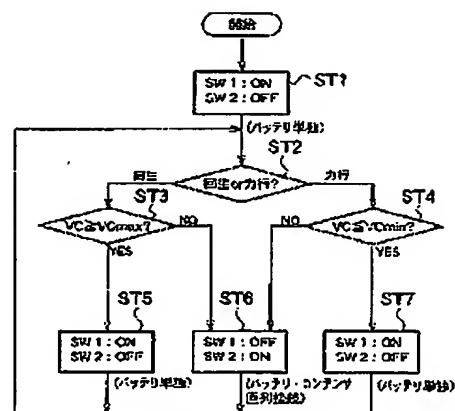
(14)

特開2002-330545

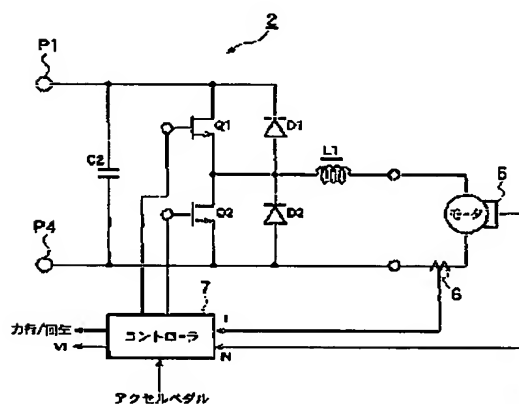
【図1】



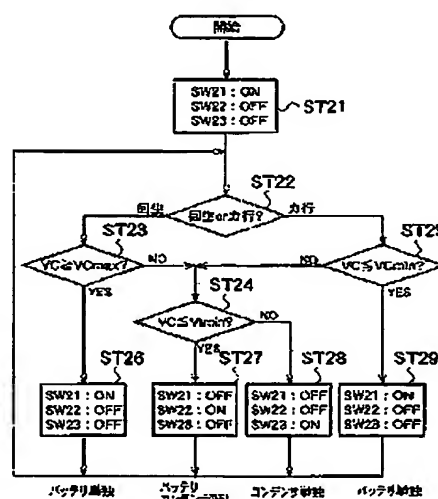
【図3】



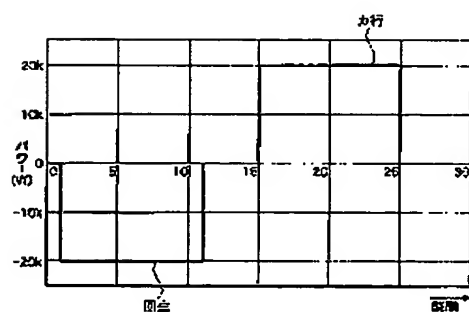
【図2】



【図8】



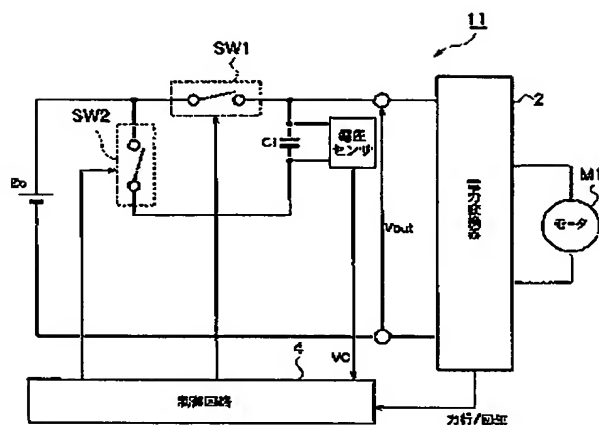
【図18】



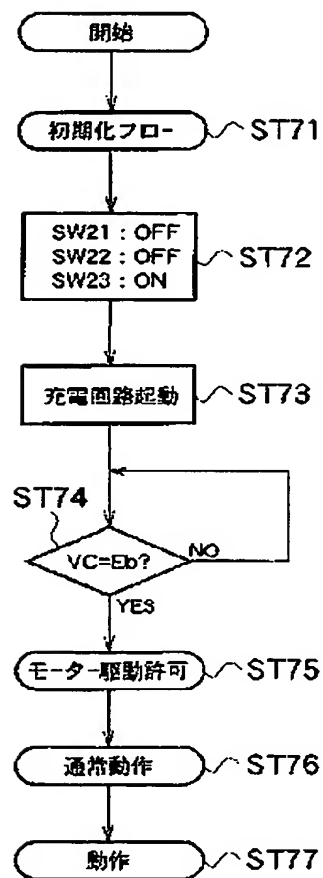
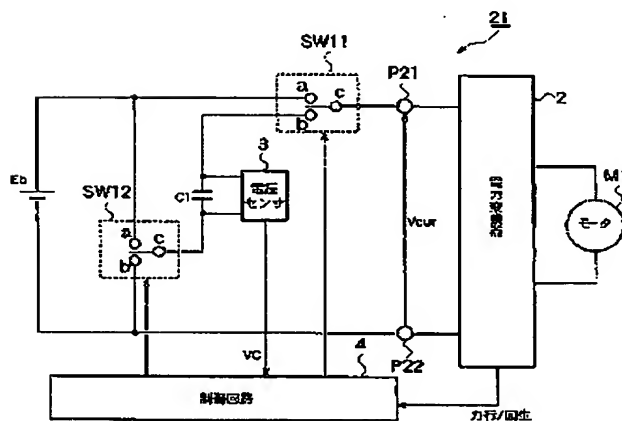
VC: コンデンサ電圧  
 V<sub>OCmin</sub>: 最低充電電圧  
 V<sub>OCmax</sub>: 最高充電電圧  
 V<sub>OCmin</sub>: 電力変換時の最低充電電圧

特開2002-330545

【图 17】



【図5】

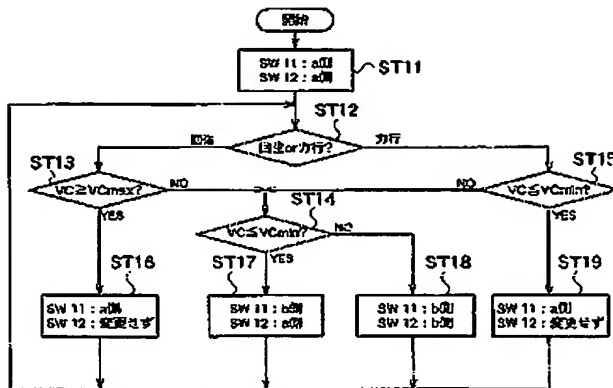




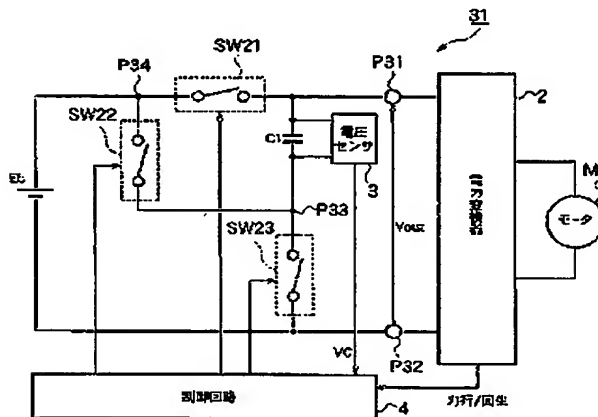
(16)

特開2002-330545

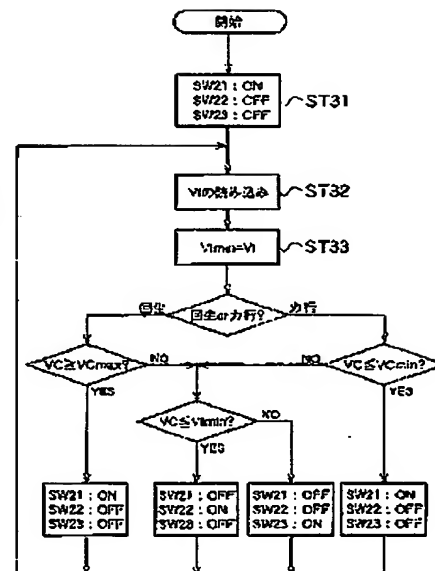
【図6】



【図7】



【図11】

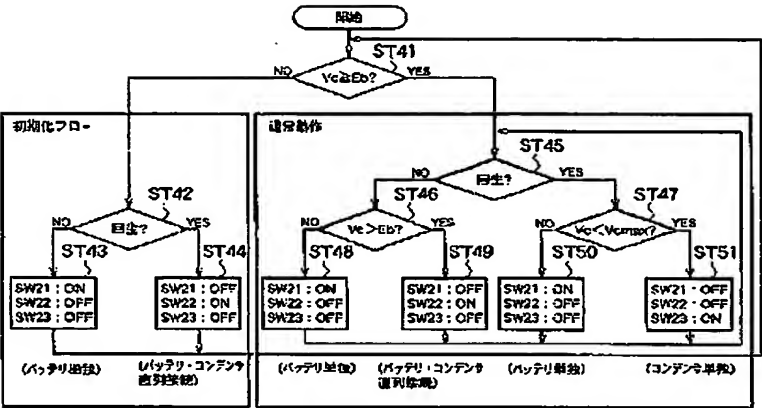




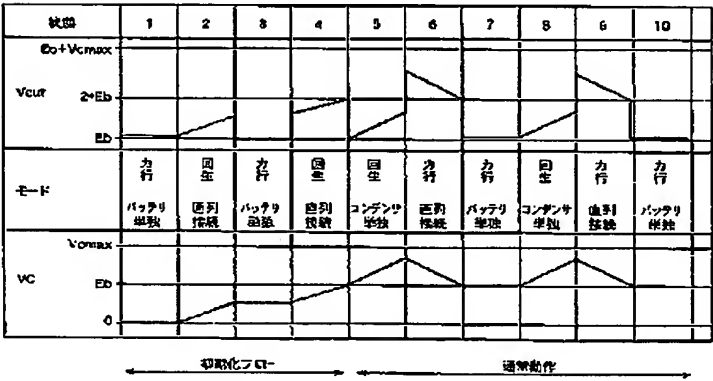
(18)

特開2002-330545

【図12】



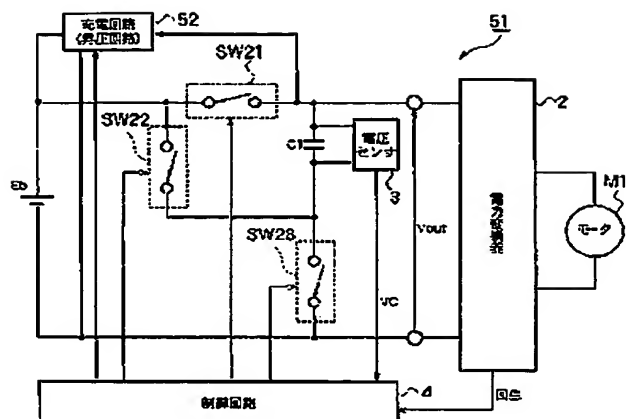
【図13】



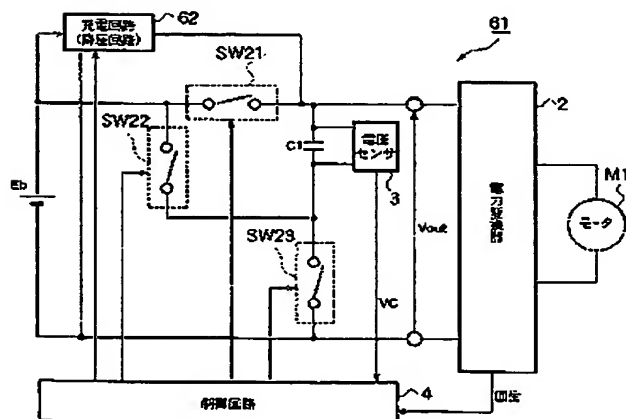
(19)

特開2002-330545

【图 14】



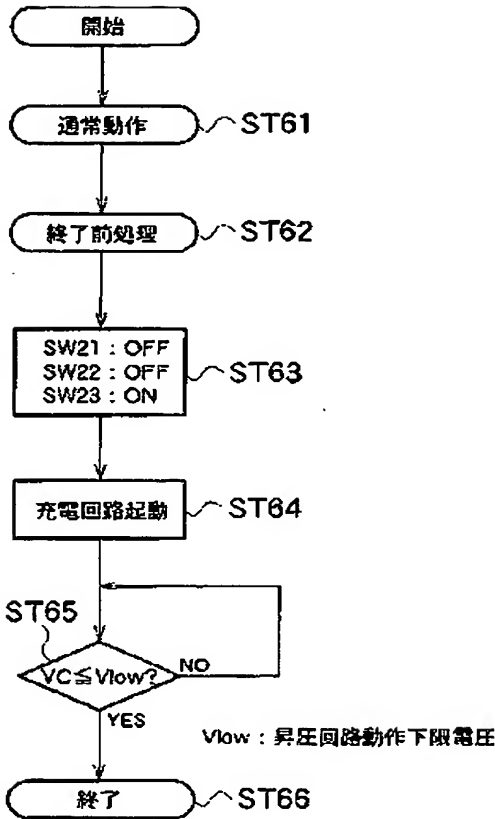
【図 16】



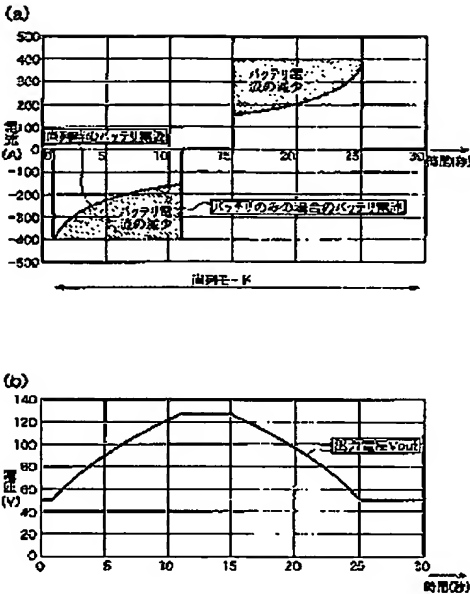
(20)

特開2002-330545

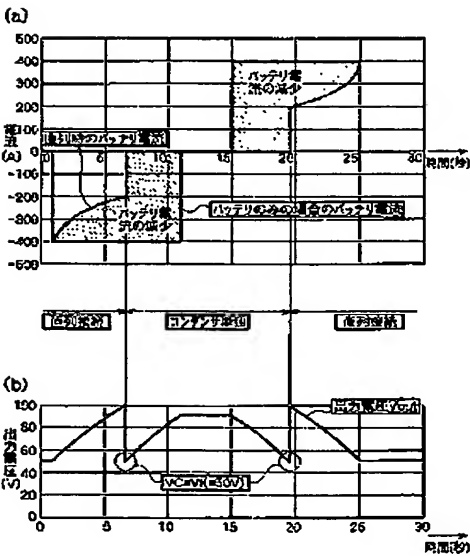
【図15】



【図19】



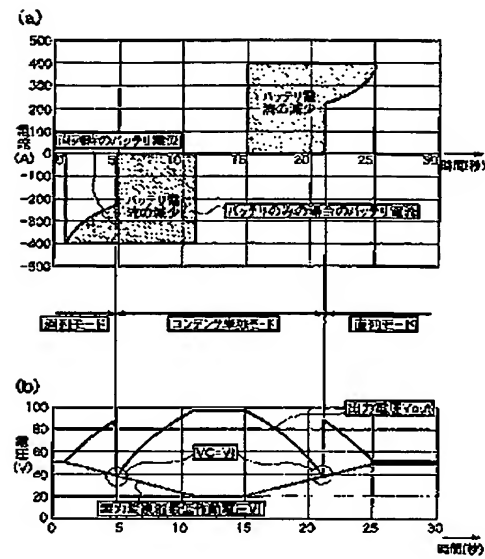
【図20】



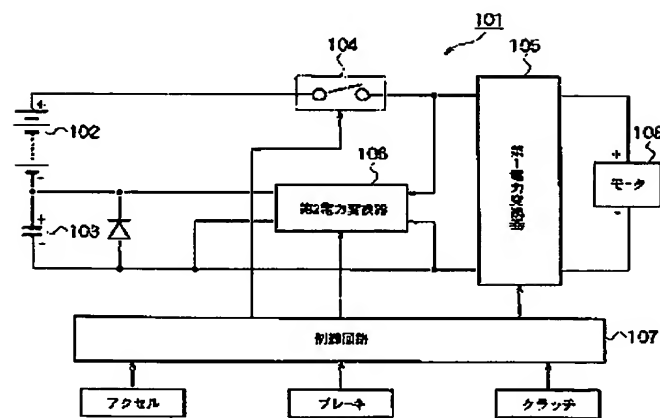
(21)

特開2002-330545

【図21】



【図22】



(22)

特開2002-330545

フロントページの続き

F ターム(参考) 5G03 AA08 BA02 CC02 DA07 DA15  
FA06 FA08 GB03 GC05  
5H07 BB06 CA02 CB17 CC01 DB01  
DB12 DC02  
5H15 PA09 PC06 PG04 PI16 PD06  
PJ17 PU01 PV01 QE10 QI04  
RE01 SE03 SE06 TO13